

DOCKET NO.: 260119US6PCT

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

IN RE APPLICATION OF: Pieter MATTHJSSE, et al.

SERIAL NO.: NEW U.S. PCT APPLICATION

FILED: HEREWITH

INTERNATIONAL APPLICATION NO.: PCT/NL03/00261

INTERNATIONAL FILING DATE: April 7, 2003

FOR: METHOD AND DEVICE FOR MANUFACTURING OPTICAL PREFORMS, AS WELL AS  
THE OPTICAL FIBRES OBTAINED THEREWITH

**REQUEST FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119**  
**AND THE INTERNATIONAL CONVENTION**

Commissioner for Patents  
Alexandria, Virginia 22313

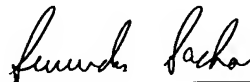
Sir:

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that  
the applicant claims as priority:

<b><u>COUNTRY</u></b>	<b><u>APPLICATION NO</u></b>	<b><u>DAY/MONTH/YEAR</u></b>
Netherlands	1020358	10 April 2002

Certified copies of the corresponding Convention application(s) were submitted to the  
International Bureau in PCT Application No. PCT/NL03/00261.

Respectfully submitted,  
OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,  
MAIER & NEUSTADT, P.C.



Gregory J. Maier  
Attorney of Record  
Registration No. 25,599  
Surinder Sachar  
Registration No. 34,423

Customer Number

**22850**

(703) 413-3000  
Fax No. (703) 413-2220  
(OSMMN 08/03)

**BEST AVAILABLE COPY**

REC'D 12 OCT 2004

PCT/NL

03/0 02/509622

KONINKRIJK DER



NEDERLANDEN

Bureau voor de Industriële Eigendom

REC'D 14 MAY 2003

WIPO PCT



Hierbij wordt verklaard, dat in Nederland op 10 april 2002 onder nummer 1020358,  
ten name van:

**DRAKA FIBRE TECHNOLOGY B.V.**

te Eindhoven

een aanvraag om octrooi werd ingediend voor:

"Werkwijze en inrichting ter vervaardiging van optische voorvormen, alsmede de daarmee  
verkregen optische vezels",

en dat de hieraan gehechte stukken overeenstemmen met de oorspronkelijk ingediende stukken.

Rijswijk, 24 april 2003

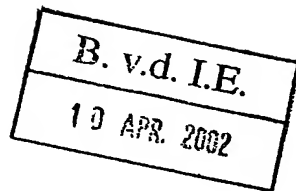
De Directeur van het Bureau voor de Industriële Eigendom,  
voor deze,

Mw. I.W. Scheevelenbos-de Reus

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

1020358

203076/AB/ml



#### U I T T R E K S E L

De onderhavige uitvinding heeft betrekking op een werkwijze en inrichting ter vervaardiging van optische voorvormen, waarbij op het inwendig oppervlak van een holle substraatbuis door middel van depositie een of meer glaslagen, al of niet van doteringen voorzien, worden afgezet, welke depositie tot stand wordt gebracht door het aan het inwendige van de holle substraatbuis toevoeren van een of meer reactieve gasmengsels van glasvormende verbindingen en het vervolgens in de holle substraatbuis creëren van een niet-isotherm plasma, waarna de aldus verkregen voorvorm aan een contractieproces wordt onderworpen ter vorming van een massieve staaf waaruit optische vezels worden getrokken.

10 20358

B. v. d. I.E.

10 APR. 2002

1

Korte aanduiding: Werkwijze en inrichting ter vervaardiging van optische  
voorvormen, alsmede de daarmee verkregen optische  
vezels.

5 De onderhavige uitvinding heeft betrekking op een werkwijze  
en inrichting ter vervaardiging van optische voorvormen, waarbij op het  
inwendig oppervlak van een holle substraatbuis door middel van depositie  
een of meer glaslagen, al of niet van doteringen voorzien, worden  
afgezet, welke depositie tot stand wordt gebracht door het aan het  
10 inwendige van de holle substraatbuis toevoeren van een of meer reactieve  
gasmengsels van glasvormende verbindingen en het vervolgens in de holle  
substraatbuis creëren van een niet-isotherm plasma, waarna de holle  
substraatbuis of voorvorm, die op het inwendig oppervlak hiervan is  
voorzien van een aantal door depositie verkregen glaslagen, aan een  
15 contractieproces wordt onderworpen ter vorming van een massieve staaf  
waaruit optische vezels worden getrokken. Verder heeft de onderhavige  
uitvinding betrekking op optische vezels die onder toepassing van een  
dergelijke werkwijze en inrichting worden verkregen.

Een dergelijke werkwijze ter vervaardiging van optische  
20 vezels is op zich bekend uit de Amerikaanse octrooischriften 4.314.833,  
4.844.007 en Re. 30.635. De volgens een dergelijke methode vervaardigde  
optische vezels kunnen uit een kern van gedoteerd siliciumdioxideglas en  
een mantel van niet-gedoteerd siliciumdioxideglas bestaan. Anderzijds kan  
de vezel uit een kern van al of niet gedoteerd siliciumdioxideglas, een  
25 eerste mantellaag van gedoteerd siliciumdioxideglas en een uitwendige  
mantellaag van niet-gedoteerd siliciumdioxideglas bestaan. Het  
doteermiddel, afhankelijk van het type hiervan, kan de  
brekingsindexwaarde van siliciumdioxide verhogen of verlagen.  
Doteermiddelen zoals  $\text{GeO}_2$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  en  $\text{TiO}_2$  zullen de  
30 brekingsindexwaarde doen toenemen, terwijl doteermiddelen zoals  $\text{B}_2\text{O}_3$ , of F  
de brekingsindexwaarde zullen verlagen. In een optische vezel bevat het

kerndeel lagen met brekingsindexwaarden hoger dan de glaslaag die het kerndeel omringt. Er kan sprake zijn van een stapsgewijze toename of een parabolische toename van de brekingsindexwaarde van de kern.

In de hiervoor genoemde Amerikaanse octrooischriften wordt de voorvorm, waaruit de optische vezel in een trektoren wordt getrokken, in een tweetal afzonderlijke stappen tot stand gebracht, namelijk a) het op de binnenzijde van de holle voorvorm of substraatbuis afzetten van een aantal, al of niet van doteermiddel voorziene dunne kwartslagen, gevolgd door b) het contractie- of collapsproces, waarbij de eerder verkregen holle substraatbuis met de daarin op het inwendige, afgezette kwartslagen door een sterke, in de longitudinale richting verplaatsende verhitting wordt omgezet in de uiteindelijke massieve voorvorm. Volgens het aldus bekende PCVD-proces wordt de afzetting van de al of niet van doteermiddel voorziene kwartslagen aan het inwendige van de holle substraatbuis tot stand gebracht door het opwekken van een plasma in een reactief gasmengsel dat zich binnen de substraatbuis bevindt. Dit reactieve gasmengsel wordt onder toepassing van een regelsysteem op de gewenste chemische samenstelling en de gewenste lage druk gehandhaafd, waarbij het plasma wordt opgewekt door microgolfstralen waarvan de energie vanuit een resonator, die zich buiten de substraatbuis bevindt, in het geïoniseerde reactieve gasmengsel in een substraatbuis wordt gekoppeld. Door het in de longitudinale richting ten opzichte van de holle substraatbuis verplaatsen van de resonator ontstaat een zogenaamde cirkelsymmetrische afzetting van glaslagen die nagenoeg uniform in de lengterichting van de holle substraatbuis is. Om een dergelijk depositieproces optimaal te laten plaatsvinden wordt de holle substraatbuis op een temperatuur van ongeveer 1200 °C gehandhaafd door het geheel van substraatbuis en bewegende resonator in een beweegbare oven te plaatsen, waarbij voor een goede functionering de resonator is voorzien van een isolerende omhulling waarbij de resonator tevens wordt gekoeld. Nadat het hiervoor beschreven depositieproces is voltooid, wordt volgens gebruikelijke wijze de

substraatbuis met de op het inwendige daarvan afgezette glaslagen handmatig uit de PCVD-bank genomen en aansluitend in een contractie-opstelling gemonteerd. Voor het contractieproces wordt gebruikelijk een waterstof-zuurstofbrander of een elektrische oven toegepast waarbij de  
5 holle substraatbuis in een aantal slagen wordt omgezet in de gewenste massieve voorvorm. Een aldus verkregen massieve staaf, ofwel voorvorm genoemd, eventueel voorzien van extra glas aan de buitenzijde daarvan wordt in een trektoren gemonteerd en tot een optische vezel getrokken.

Het hiervoor genoemde proces van voorvormfabricage is aldus  
10 te beschouwen als een methode waarin twee afzonderlijke processtappen zijn te onderscheiden, die elk in een afzonderlijke installatie worden uitgevoerd. Een belangrijk nadeel is dat ten gevolge van de bij het overzetten optredende afkoeling van de substraatbuis de interne spanning in de in het inwendige van de substraatbuis afgezette lagen zodanig zal  
15 toenemen dat er sprake is van een zogenaamde "lagensprong" waardoor de substraatbuis ongeschikt wordt voor een verdere verwerking in de trektoren. Een dergelijke "lagensprong" leidt ertoe dat verlies van de voorvorm ontstaat, welk fenomeen met name optreedt wanneer voorvormen worden vervaardigd die de beschikking hebben over een groot  
20 brekingsindexcontrast of grote verschillen in de thermische uitzettingscoëfficiënten van de afgezette lagen, ten gevolge van de toepassing van een of meer typen doteermiddelen. Een dergelijk verschijnsel doet zich met name voor bij het vervaardigen van bepaalde typen multimodevezels, vezels voor sensortoepassingen, fotogevoelige  
25 vezels, vezels ten behoeve van dispersie composerende modules, vezels met bijzondere doteringen voor versterkende eigenschappen, en dergelijke. Het moet duidelijk zijn dat indien zich in de substraatbuis lagen met grote verschillen in de thermische uitzettingscoëfficiënt bevinden, deze lagen bij het afkoelen een verschil in spanning kunnen veroorzaken, welke  
30 spanning kan leiden tot het optreden van breuklijnen in de diverse lagen, en in het ergste geval, tot de breuk van de volledige voorvorm. In de

praktijk is bovendien gebleken dat de hiervoor genoemde afzonderlijke processtappen tot nadelen kunnen leiden, in het bijzonder bij het demonteren van de substraatbuis in de PCVD-bank en het vervolgens monteren van de substraatbuis in de contractiebank, welke handeling  
5 mogelijk tot een vervuiling van het inwendig oppervlak van de substraatbuis zal leiden.

Het doel van de onderhavige uitvinding is aldus het verschaffen van een werkwijze en inrichting ter vervaardiging van optische voorvormen waarbij de hiervoor genoemde problemen volgens de  
10 stand van de techniek zich niet voordoen.

Een ander doel van de onderhavige uitvinding is het verschaffen van een werkwijze en inrichting ter vervaardiging van optische voorvormen, welke optische voorvormen zodanig zijn samengesteld dat hieruit optische vezels kunnen worden getrokken die over een groot  
15 brekingsindexcontrast beschikken.

Een ander doel van de onderhavige uitvinding is het verschaffen van een werkwijze en inrichting ter vervaardiging van optische voorvormen, waarbij uit de optische voorvormen optische vezels kunnen worden getrokken, welke optische vezels zijn samengesteld uit een  
20 of meer lagen met grote verschillen in de thermische expansiecoëfficiënt.

Nog een ander doel van de onderhavige uitvinding is het verschaffen van een werkwijze en inrichting ter vervaardiging van optische voorvormen waarbij zowel het contractie- als het depositieproces onder toepassing van een niet-isotherm plasma wordt uitgevoerd.

25 Een aanvullende doelstelling van de onderhavige uitvinding is het verschaffen van een werkwijze en inrichting ter vervaardiging van optische voorvormen, waarbij zowel het depositie- als het contractieproces in één en dezelfde inrichting wordt uitgevoerd.

De uitvinding zoals vermeld in de aanhef wordt gekenmerkt  
30 doordat het contraheren de volgende stappen omvat:

i) het verschaffen van een holle substraatbuis die is

omgeven met een beschermbuis,

ii) het verschaffen van een resonator die de beschembuis omringt,

5       iii) het aan de annulaire ruimte, gevormd tussen de buitenomtrek van de holle substraatbuis en de binnenomtrek van de beschermbuis, toevoeren van een plasmavormend gas,

iv) het in de annulaire ruimte tot stand brengen van een niet-isotherm plasma,

10       v) het in de longitudinale richting ten opzichte van de beschermbuis heen en weer bewegen van de resonator om de holle voorvorm te contraheren tot een massieve staaf en aansluitend gecontroleerd afkoelen hiervan.

Door de toepassing van een beschermbuis zoals omschreven in stap i) is het mogelijk dat voor het contractieproces gebruik wordt  
15       gemaakt van dezelfde microgolfenergiebron als toegepast bij het depositieproces. Aldus wordt voor de contractie een plasma gegenereerd in de annulaire ruimte, gevormd tussen de buitenomtrek van de holle substraatbuis en de binnenomtrek van de beschermbuis, welk plasma zodanig wordt gegenereerd dat de ingekoppelde microgolfenergie relatief hoog is  
20       en de resonatorsnelheid laag. In de onderhavige beschrijvingsinleiding wordt steeds gesproken van holle substraatbuis of voorvorm. Deze twee termen zijn in feite synoniemen voor de deskundigen op dit gebied en uit de context zal blijken of er al of niet sprake is van reeds afgezette lagen op het inwendig oppervlak hiervan.

25       In een bijzondere uitvoeringsvorm is het gewenst dat tijdens het depositieproces in de annulaire ruimte, gevormd tussen de buitenomtrek van de holle substraatbuis en de binnenomtrek van de beschermbuis, een gas met hoge temperatuur wordt geleid. Aldus is het mogelijk dat de buitenwand van de substraatbuis dezelfde temperatuur  
30       verkrijgt als bij de toepassing van een externe oven.

In een bijzondere uitvoeringsvorm is het daarentegen



mogelijk dat het onderhavige contractieproces zodanig wordt uitgevoerd dat een eerste contractiestap plaatsvindt onder gebruikmaking van hetzelfde plasma waarmee het depositieproces is uitgevoerd. Volgens een dergelijke uitvoeringsvorm is het mogelijk dat de oorspronkelijke verschillen in diameter tussen de buitenomtrek van de substraatbuis en de buitenomtrek van de beschermbuis aanzienlijk kleiner kunnen worden gekozen. Daarnaast zijn in een dergelijke uitvoeringsvorm de omstandigheden waaronder het ringvormig plasma in de annulaire ruimte dient te worden opgewekt, aanzienlijk gunstiger dan in de situatie waar sprake is van een groot verschil in diameter.

Het verdient met name de voorkeur dat de holle substraatbuis en de beschermbuis gedurende de stappen i)-iv) in een horizontale positie worden gehouden, waarbij in het bijzonder gedurende stap v) de holle substraatbuis wordt geroteerd.

Om een uniforme contractie van de substraatbuis te verkrijgen verdient het de voorkeur dat tijdens stap v) het plasma wordt aangepast ten gevolge van het toegenomen volume van de annulaire ruimte.

Als een geschikt plasmavormend gas, zoals toegepast in stap iii), wordt bij voorkeur een mengsel van argon en zuurstof toegepast, waarbij met name de druk tijdens het contractieproces  $< 50$  mbar, in het bijzonder 10-25 mbar bedraagt.

Het moet duidelijk zijn dat in stap v) de contractie tot een volledig massieve staaf vroegtijdig kan worden beëindigd, welke contractie, zoals hiervoor uitvoerig beschreven, kan zijn uitgevoerd onder toepassing van het bij het depositieproces toegepaste plasma en/of het in de annulaire ruimte tot stand gebrachte plasma. Een dergelijke vroegtijdige beëindiging kan gewenst zijn voor speciale producten, of door de sluiting van de voorvorm te laten plaatsvinden in de smeltzone van de trektoren.

Om te voorkomen dat reeds tijdens stap v) de beschermbuis, die de holle substraatbuis omringt, begint te verweken, verdient het de

voorkeur dat de beschermbuis is vervaardigd uit een keramisch materiaal dat een hogere verwekingstemperatuur bezit dan de te contraheren holle substraatbuis.

In een bijzondere uitvoeringsvorm, waarbij het gewenst is dat de beschermbuis een aantal malen voor het uitvoeren van stappen i)-v) kan worden toegepast, verdient het de voorkeur dat, ter voorkoming van een vroegtijdige contractie van de beschermbuis, de beschermbuis is voorzien van koelmiddelen, bijvoorbeeld door het aanbrengen van holle kanalen in de buitenwand van de beschermbuis.

In een bijzondere uitvoeringsvorm is het gewenst dat de in stap -i) toegepaste beschermbuis tevens dient als mantelbuis voor de massieve voorvorm, hetgeen betekent dat het contractieproces aanvullend een stap vi) omvat, welke stap vi) het in de longitudinale richting ten opzichte van de beschermbuis heen en weer bewegen van de resonator om de beschermbuis te contraheren en het aansluitend gecontroleerd afkoelen hiervan, omvat. In een dergelijke uitvoeringsvorm is de beschermbuis als mantelbuis voor de massieve voorvorm te beschouwen waarna het geheel als complete voorvorm in de trektoren wordt gemonteerd ter vervaardiging van optische vezels.

In het bijzonder wordt zowel het depositieproces als het contractieproces in dezelfde inrichting uitgevoerd, waarbij de constructie van het roterend doorvoeren zodanig is uitgevoerd dat het demonteren van de uiteindelijk verkregen massieve voorvorm en de beschermbuis eenvoudig kan plaatsvinden. Om een dergelijke constructie tot stand te brengen zijn klemmen, die de beschermbuis en het uiteinde van de substraatbuis ondersteunen, van een open constructie voorzien.

Het moet duidelijk zijn dat het in stap iii) toegepaste gas een of meer glasvormende verbindingen kan omvatten zodat een aanvullende depositie plaatsvindt op de binnen- en/of buitenomtrek van de holle beschermbuis.

Onder toepassing van de onderhavige werkwijze is het aldus

mogelijk optische voorvormen te vervaardigen die over een groot brekingsindexcontrast of over een groot verschil in thermisch uitzettingscoëfficiënt van de verschillende, op het inwendige van de holle substraatbuis afgezette lagen beschikken.

5 De onderhavige uitvinding heeft aldus verder betrekking op een optische vezel gekenmerkt doordat het brekingsindexcontrast,

$$\Delta_i = \frac{n_i^2 - n_{cl}^2}{2 \cdot n_i^2} \cdot 100\%$$

10

waarbij:

$\Delta_i$  = brekingsindexcontrast van bepaalde laag i,

$n_i$  = brekingsindex van laag i,

15  $n_{cl}$  = brekingsindex van cladding, dat is de buitenste laag van de vezel

een waarde bezit waarvoor geldt:  $\Delta_i > 2,5\%$ , in het bijzonder  $\Delta_i > 3\%$ .

20 De onderhavige uitvinding heeft verder betrekking op een optische vezel gekenmerkt doordat de thermische uitzettingscoëfficiënt

$$\alpha = \frac{1}{l_0} \cdot \frac{\Delta l}{\Delta T} \text{ [K}^{-1}\text{]}$$

25 gemeten bij een temperatuur van 25-300 °C, waarin geldt:

$l$  = lengte bij  $T_1$

$l_0$  = lengte bij  $T_0$

$\Delta T = (T_1 - T_0)$

$\Delta l = (l - l_0)$

30 een waarde bezit waarvoor geldt  $\alpha > 3,4 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ , in het bijzonder  $\alpha > 4,0 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ .

De onderhavige uitvinding heeft verder betrekking op een inrichting voor het uitvoeren van de hiervoor beschreven werkwijze, zoals omschreven in de onafhankelijke inrichtingsconclusie.

De onderhavige uitvinding zal hierna worden toegelicht aan de hand van een voorbeeld en een figuur, waarbij echter moet worden opgemerkt dat de onderhavige uitvinding in geen geval tot een dergelijk bijzonder voorbeeld en figuur is beperkt.

In de bijgevoegde figuur is schematisch de positie van de beschermbuis en de substraatbuis volgens de onderhavige uitvinding weergegeven.

Voorbeeld.

De in de figuur weergegeven constructie 1 omvat de situatie waarin reeds depositie van glaslagen op het inwendig oppervlak van substraatbuis 3 heeft plaatsgevonden, welke lagen met verwijzingscijfer 6 zijn aangeduid. De substraatbuis 3 of voorvorm 3 is omgeven door een beschermbuis 4, welke beschermbuis 4 is omringd door een orgaan 2 voor het opwekken van plasma, in het bijzonder een resonator die over de lengte van de beschermbuis 4 verplaatsbaar is. Ten gevolge van het plasma ontwikkeld in de annulaire ruimte, gevormd tussen de buitenomtrek van de voorvorm 3 en de binnenomtrek van de beschermbuis 4, zoals weergegeven met verwijzingscijfer 5, treedt contractie van de voorvorm 3 op ter verkrijging van een al of niet massieve staaf.

De onderhavige uitvinding is toegepast bij het ontwerp van een voorvorm met een dotering van A ( $\text{GeO}_2$ ). Het maximale indexcontrast hiervan ten gevolge van deze dotering bedraagt meer dan 2,5% en het verschil in thermische uitzettingscoëfficiënt tussen deze laag en de cladding bedraagt meer dan  $3,4 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ . De onderhavige uitvinding is tevens toegepast bij het ontwerp van een voorvorm met een dotering A zoals hiervoor omschreven, en een codotering van stof B. Het verschil in thermische uitzettingscoëfficiënt tussen deze laag en de cladding bedraagt in dit geval meer dan  $4 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ .

Als beschermbuis is een buis met een buitendiameter van 34 mm en een wanddikte van 4 mm toegepast. De toegepaste substraatbuis heeft een buitendiameter van 22 mm en een wanddikte van 2 mm. Bij een afzettingsdikte van in totaal 1 mm resulteert na contractie een massieve  
5 staaf van 14,6 mm bij een substraatbuis-afstookverlies tijdens contractie van circa 10%. Na montage van een aparte mantelbuis met een doorsnede oppervlak van 300 mm<sup>2</sup> resulteert de voorvorm waaruit de gewenste optische vezel kan worden getrokken. Bij een diameter van 125 µm resulteert de  
gewenste kerndiameter van 7 µm, indien tijdens het PCVD proces 0,029 mm  
10 van de laatste afgezette lagen als kernmateriaal zijn afgezet. De diameter van de totale afzetting bedraagt in de vezel 48,5 µm. Bij een nuttig voorvormlengte van 40 cm kan uit deze voorvorm circa 15 km vezel worden geproduceerd.

## CONCLUSIES

1.           Werkwijze ter vervaardiging van optische voorvormen, waarbij op het inwendig oppervlak van een holle substraatbuis door middel van depositie een of meer glaslagen, al of niet van doteringen voorzien, worden afgezet, welke depositie tot stand wordt gebracht door het aan het inwendige van de holle substraatbuis toevoeren van een of meer reactieve gasmengsels van glasvormende verbindingen en het vervolgens in de holle substraatbuis creëren van een niet-isotherm plasma, waarna de door middel van depositie van glaslagen voorziene substraatbuis aan een contractieproces wordt onderworpen ter vorming van een massieve staaf waaruit optische vezels worden getrokken, met het kenmerk, dat het contraheren de volgende stappen omvat:
- 5           i) het verschaffen van een holle substraatbuis die is omgeven met een beschermhuis,
- 10           ii) het verschaffen van een resonator die de beschermhuis omringt,
- 15           iii) het aan de annulaire ruimte, gevormd tussen de buitenomtrek van de holle substraatbuis en de binnenomtrek van de beschermhuis, toevoeren van een plasmavormend gas,
- 20           iv) het in de annulaire ruimte tot stand brengen van een niet-isotherm plasma,
- 25           v) het in de longitudinale richting ten opzichte van de beschermhuis heen en weer bewegen van de resonator om de holle voorvorm te contraheren tot een massieve staaf.
2.           Werkwijze volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de holle substraatbuis en de beschermhuis gedurende de stappen i)-iv) in een horizontale positie worden gehouden.
3.           Werkwijze volgens een of meer van de voorafgaande conclusies, met het kenmerk, dat gedurende stap v) de holle substraatbuis wordt geroteerd, en aansluitend gecontroleerd wordt afgekoeld.
- 30

4.           Werkwijze volgens een of meer van de voorafgaande conclusies, met het kenmerk, dat tijdens stap v) het plasma wordt aangepast ten gevolge van het toegenomen volume van de annulaire ruimte.
5.           Werkwijze volgens een of meer van de voorafgaande conclusies, met het kenmerk, dat als plasmavormend gas een mengsel van argon en zuurstof wordt toegepast.
6.           Werkwijze volgens een of meer van de voorafgaande conclusies, met het kenmerk, dat tijdens het contractieproces de druk < 50 mbar, in het bijzonder 10-25 mbar bedraagt.
- 10          7.           Werkwijze volgens een of meer van de voorafgaande conclusies, met het kenmerk, dat tijdens het depositieproces in de annulaire ruimte een gas met hoge temperatuur wordt geleid.
- 15          8.           Werkwijze volgens een of meer van de voorafgaande conclusies, met het kenmerk, dat de beschermhuis is vervaardigd uit een keramisch materiaal dat een hogere verwekingstemperatuur bezit dan de te contraheren holle substraatbuis.
- 20          9.           Werkwijze volgens een of meer van de voorafgaande conclusies, met het kenmerk, dat het contractieproces aanvullend stap vi) omvat, welke stap vi) het in de longitudinale richting ten opzichte van de beschermhuis heen en weer bewegen van de resonator om de beschermhuis te contraheren, omvat.
- 25          10.           Werkwijze volgens een of meer van de voorafgaande conclusies, met het kenmerk, dat de beschermhuis is voorzien van koelmiddelen.
- 30          11.           Werkwijze volgens een of meer van de voorafgaande conclusies, met het kenmerk, dat het depositieproces en het contractieproces in dezelfde inrichting worden uitgevoerd.
12.           Werkwijze volgens een of meer van de voorafgaande conclusies, met het kenmerk, dat het uitvoeren van het contractieproces aansluitend aan het depositieproces plaatsvindt.
13.           Werkwijze volgens een of meer van de voorafgaande

conclusies, met het kenmerk, dat aan het in stap iii) toegepaste gas een of meer glasvormende verbindingen worden toegevoegd.

14. Werkwijze volgens een of meer van de voorafgaande conclusies, met het kenmerk, dat in stap v) de contractie tot een volledig massieve staaf vroegtijdig wordt beëindigd, welke contractie kan zijn uitgevoerd onder toepassing van het bij het depositieproces toegepaste plasma en/of het in de annulaire ruimte tot stand gebrachte plasma.

15. Optische vezel, gekenmerkt doordat het brekingsindexcontrast

$$\Delta_i = \frac{n_i^2 - n_{cl}^2}{2 \cdot n_i^2} \cdot 100\%$$

15

waarbij:

$\Delta_i$  = brekingsindexcontrast van bepaalde laag i,

$n_i$  = brekingsindex van laag i,

$n_{cl}$  = brekingsindex van cladding, dat is de buitenste laag

20 van de vezel

een waarde bezit waarvoor geldt:  $\Delta_i > 2,5\%$ .

16. Optische vezel volgens conclusie 15, met het kenmerk, dat geldt:  $\Delta_i > 3\%$ .

17. Optische vezel, gekenmerkt doordat de thermische uitzettingscoëfficiënt

$$\alpha = \frac{1}{l_0} \cdot \frac{\Delta l}{\Delta T} \text{ [K}^{-1}\text{]}$$

30



gemeten bij een temperatuur van 25-300 °C, waarin geldt:

$l$  = lengte bij  $T_1$

$l_0$  = lengte bij  $T_0$

$\Delta T = (T_1 - T_0)$

5

$\Delta l = (l - l_0)$

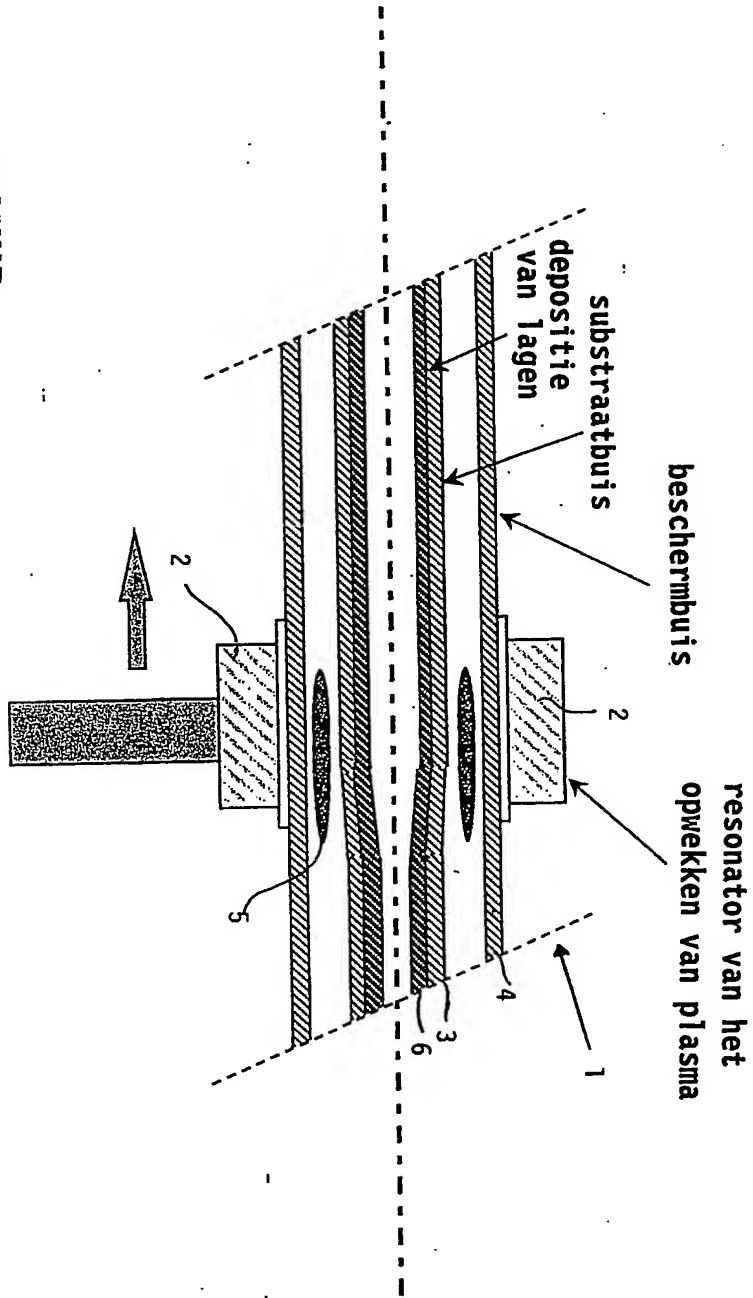
een waarde bezit waarvoor geldt  $\alpha > 3,4 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ .

18. Optische vezel volgens conclusie 17, met het kenmerk, dat geldt:  $\alpha > 4,0 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ .

10 19. Inrichting voor het contraheren van een substraatbuis tot een al of niet massieve voorvorm, omvattende middelen voor het roteren van de substraatbuis, middelen voor het verwarmen van de substraatbuis en middelen voor het ondersteunen van de substraatbuis, met het kenmerk, dat de inrichting verder middelen voor het rond de substraatbuis monteren van een beschermbuis, middelen voor het toevoeren van gassen aan de annulaire  
15 ruimte, gevormd tussen de buitenomtrek van de holle substraatbuis en de binnenomtrek van de beschermbuis, middelen voor het opwekken van een niet-isotherm plasma in de annulaire ruimte en middelen voor het roteren van de beschermbuis omvat.

20

FIGUUR



1/1

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**